

Ta 添加液体金属合金の表面酸化膜を用いた抵抗変化型素子の特性評価

Characteristics of resistive switching devices using surface oxide film of Ta doped liquid metal alloy

龍谷大理工, °前田 直輝, 番 貴彦, 山本 伸一

Ryukoku Univ., °N. Maeda, T. Ban, S.-I. Yamamoto

E-mail : shin@rins.ryukoku.ac.jp

はじめに

液体金属合金(Ga-In-Sn)は Ga、In、Sn が質量比 68.5 : 21.5 : 10.0 で、構成された共晶合金である。液体金属合金は室温で液体という特性を持ち、高い柔軟性に加えて高い電気伝導率、熱伝導率を有する。また、液体金属合金は表面に極薄で均一な金属酸化膜を形成する。特定の金属材料を添加する事で金属酸化膜の選択形成が可能である。本研究では液体金属合金を用いたデバイスの新たな可能性として、液体金属合金に Ta を添加した。その後、表面に形成された酸化膜を抵抗変化層とした抵抗変化型素子を作製し、特性を調査した。

素子作製方法

素子構造を図 1 に示す。初めに、フォトリソグラフィにより 2 cm 角の SiO₂ 付き Si 基板上に、直径 15 μm の円形レジストを形成した。その後、抵抗加熱蒸着で下部電極 Au/Ni を成膜した。次に、電極保護膜となる自己組織化単分子膜(SAM)の下地層として、抵抗加熱蒸着により Al を成膜した。リフトオフによって Al/Au/Ni 側面を露出した。後に、UV 照射を 2 h 行い Al、Ni 表面を酸化させ、酸化アルミ及び酸化ニッケルを形成した。1 mM の Octadecylphosphonic Acid (ODPA)を溶解させたアニソールに試料を浸漬し、酸化膜上に ODPA-SAM を成膜した。最後に直径 1.5 mm の Ta 添加液体金属合金を、露出させた Al/Au/Ni 断面に着滴し、抵抗変化型素子を作製した。

実験結果

作製した素子の I-V ヒステリシス測定の結果を図 2 に示す。この時、制限電流 50 μA で、50 サ

イクル以上の安定した抵抗変化動作を確認した。低抵抗時の読み取り電流は最大で 20 μA を示し、50 サイクル以上の抵抗変化動作においてほぼ一定である事を確認した。そのため抵抗変化時に形成される導電性フィラメントの径は一定であると考えられる。図 3 に液体金属合金から剥離した表面酸化膜の形状像と断面スペクトルを示す。結果、約 5 nm の酸化膜を入手した。そのため、今実験の抵抗変化型素子ではこの酸化膜が抵抗変化層として機能したと考えられる。

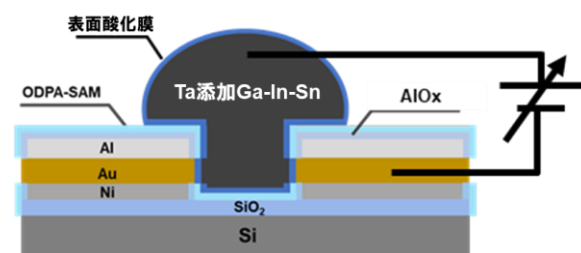


図 1 Ga-In-Sn-Ta を用いた素子構造

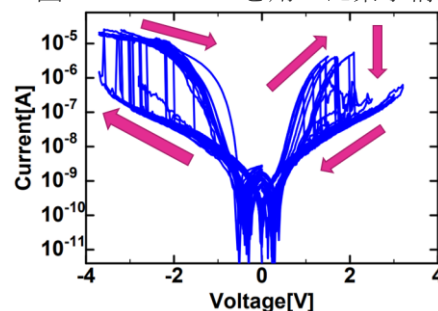


図 2 I-V ヒステリシス特性 50 cycle

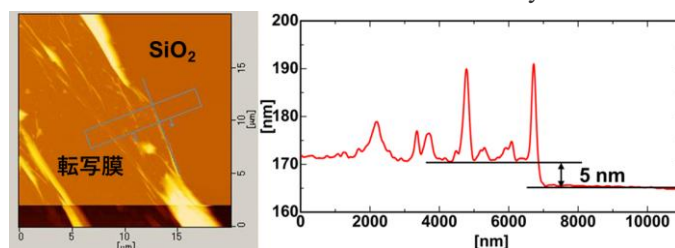


図 3 Si 基板に転写した液体金属合金の表面酸化膜の AFM 像